



TITLE:

星間偏光の差分解析による銀河系
面内の磁場構造の解明(
Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

善光, 哲哉

CITATION:

善光, 哲哉. 星間偏光の差分解析による銀河系面内の磁場構造の解明. 京都大学, 2020, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22250>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	善光 哲哉
論文題目	星間偏光の差分解析による銀河系面内の磁場構造の解明		
(論文内容の要旨)			
<p>銀河系の大局的な磁場構造を調べる新しい手法を提示し、その手法によって明らかになった銀河系の磁場構造について議論している。</p> <p>ファラデー回転や星間偏光の観測などから渦状腕内部の磁場は渦状腕に対して沿うように存在していると考えられているが、その全貌は明らかになっていない。渦状腕内部の磁場構造を明らかにするには距離の情報が必要であり、距離の推定は難しい。そのため星間偏光の観測では、偏光を距離の関数として求めることはほとんど行われてこなかった。そこで、本論文では、古典セファイドを含む視野を観測し、距離の関数として偏光を求めることを行っている。</p> <p>銀河系中心方向の銀河面でサーベイ観測によって発見された52個の古典セファイドとその周囲にあるフィールド星に対して近赤外偏光観測を行った。偏光を求めた52個の古典セファイドは$-10^{\circ} \leq l \leq +10.5^{\circ}$, $-0.2^{\circ} \leq b \leq +0.2^{\circ}$ の範囲に位置し、その大半が太陽系から10-15 kpcの範囲に存在する。</p> <p>最初に、フィールド星の色超過すなわち減光の目安となるH-Ksに対する偏光の挙動から、偏光が求まった48個の視野を簡単に3つのタイプに分類した。第1のタイプでは色超過に対して偏光がスムーズに増加し、第2のタイプでは偏光の変化がある。第3のタイプでは色超過の増加に対して偏光の増加傾向はあるもののあまり顕著ではない。従来考えられていた描像に反して、第1のタイプは10例ほどしかなかった。続いて、その3つのタイプから、詳しく調べる1視野ずつを選んだ。</p> <p>次に、その3視野それぞれに対し、Gaia DR2カタログ、H-Ksのヒストグラムのピークおよび、セファイドを利用して、フィールド星を、1) 前景、2) 銀河系中心部のバルジ、3) セファイドと同程度に遠い後景という3つの距離の領域に分けた。その間の差分解析の結果、第1のタイプでは、磁場が銀河面に対して平行で、太陽系から、銀河系中心よりも遠方にあるセファイドまで良くそろっていた。また、第2のタイプでは、実際にその天球面上の磁場の向きが45° 以上変化していた。一方、第3のタイプは、36個のセファイドの視野にのぼり、ランダムな磁場成分が目立つという結果を示した。</p> <p>さらに、残る45個の視野に対しても差分解析を行った。48視野の解析の結果を銀河系のモデル上にプロットし、領域間の銀河系の磁場構造がどのように変化しているのかを調べた。観測者-前景間においては、銀河面に対して平行でない差分の位置角を示す視野が多かった。これは太陽系近傍だけをプローブしている可視光の偏光観測と矛盾がない。しかしながら、前景-バルジ間の差分の位置角は48個の視野のうち45個が銀河面に対して平行であり、その間に存在する渦状腕およびバー構造内部の磁場は銀河面に対して平行であると考えられる。また、バルジ-セファイド間においても、大半の視野で差分の位置角が銀河面に対して平行であった。これより、銀河系中心よりも遠方にある渦状腕内部の磁場構造も銀河面に対して平行であると考えられる。このように、銀河系の磁場はランダムな成分も強いものの、おおむね銀河面に平行であり、その点では従来の描像と合致する結果が得られた。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

銀河系の大規模磁場構造は渦状腕に沿っているという描像が、星間偏光などの観測結果から得られてきた。星間偏光は、磁化した非対称なダストが周囲の磁場と相互作用することでダストの長軸と磁場が垂直に整列したところに、無偏光な天体の光がやってきて選択的に減光を受けることで生じるものである。こうした星間偏光の大規模サーベイ観測はほとんど可視光波長域のみに限られ、したがって星間減光の大きい銀河面では太陽近傍の1-2kpc程度の範囲の磁場構造しか調べられてこなかった。本論文では、銀河系中心よりも遠方にある古典セファイドの視野を、星間減光が小さくなる近赤外域で偏光観測することで、可視光の観測よりもはるかに広い範囲の磁場構造を調べた。セファイドという、距離が明確に求められしかも十分に明るい天体の偏光を観測することによって、15kpcにおよぶ長距離にわたり星間偏光を使って磁場の情報を初めて得ることができた。

従来の赤外線偏光の研究では距離の代わりに天体の赤さのH-Ksを用いていたが、距離ではなく星間減光の目安にすぎないため、磁場構造を正確に調べることが困難だった。それゆえ、セファイド、そして年周視差で距離を求めるGaiaの観測データと偏光を組み合わせることで、本論文では正確な磁場構造の探査が可能となった。本論文で観測した古典セファイドは52個で、1.4m望遠鏡IRSFに取り付けた観測装置SIRPOLを使っている。近赤外Ksバンドの観測データを解析して、52個のセファイドの偏光を求め、さらにフィールド星の偏光も合わせて求めた。その結果、代表的な3視野を選び、偏光がどのように変化しているのかを詳細に調べた。銀河系中心部までの前景、銀河系中心部で約8kpcの距離にあるバルジ、さらにその後景と、長い距離にわたった偏光の差分から、磁場構造を求めることに成功している。銀河面に対して平行な磁場がセファイドまでずっとそろった視野を示した一方で、天球面上の磁場の向きが大きく変化した視野の存在もはっきりと示すことができた。

続いて、その他の45個の視野に対しても偏光の差分を求め、48視野の解析の結果から、銀河系の磁場構造がどうなっているかを調べた。前景からバルジまでの偏光の差分はほとんどの視野で銀河面に対して平行であり、その間の磁場は銀河面に対しておおむね平行であることを示した。また、バルジから後景の間においても、大半の視野で差分の位置角が銀河面に対して平行であることを示した。これらから、銀河系中心よりも遠方にある渦状腕内部の磁場構造もはじめて明らかにすることができた。

よって本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年1月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、学術ジャーナルに未掲載の部分の出版刊行するまでの間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。